

氏名	篠 田 一 樹
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	歯 学
学位授与番号	博甲第 1445 号
学位授与の日付	平成8年3月25日
学位授与の要件	歯学研究科歯学専攻(学位規則第4条第1項該当)
学位論文題名	非接触式6自由度下顎運動計測装置の改良ならびに下顎任意点の3次元計測に関する研究
論文審査委員	教授 山下 敦 教授 佐藤隆志 教授 中井宏之

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

【緒言】

近年、下顎頭を含めた下顎任意点の3次元的動態把握ができる6自由度計測装置が開発され、咬合分析や顎関節症の病態分析に利用されるようになってきた。当講座でも木尾(1994)が半導体位置検出素子(PSD)を用いた非接触式6自由度下顎運動計測装置を開発し、下顎の3次元動態を高い精度で測定できることを確認した。しかし、同装置は上顎歯列に装着するPSD支持具が330gと重く軽量化が課題であった。また、下顎任意点の正確な座標を得ることも困難であった。

本研究は、新たに軽量化した非接触式6自由度下顎運動計測装置を開発し、そのデータと3次元構築された核磁気共鳴画像(MRI)の3次元座標データを結合させ、下顎任意点の計測を試みたものである。

【方法】

1. 信号処理部の小型軽量化

PSDセンサー出力から座標電圧出力への変換を、PSDセンサー付属のコントローラ(C2399、浜松ホトニクス)からパーソナルコンピュータ(PC9801NS/R、日本電気)によるデジタル演算に変更し、信号処理部の小型軽量化を行った。

2. 3次元運動測定装置の改変

1) 測定器具の作製

今回、上顎歯列に装着固定していたPSDセンサーを、前方および左右側方に配置したPSD支持具の頭部固定に改変した。LED支持具は上下顎に装着し、合わせて6個のLEDの動きを測定した。また、これらの装置は軽量化と測定に耐えられる強度を維持するため軽合金を使用し、各LED支持具は約90g、PSD支持具は約800g、頭部への固定装置は約700gとなった。

2) 測定精度の検証

3次元下顎運動の測定精度は、下顎LED支持具を3次元自動ステージに取り付け、XY、YZ、ZX平面上で、これをそれぞれ14×20mm、14×14mm、14×20mmの軌道上を動かし、出力データと絶対値を比較することにより行った。

3. MR 画像との重ね合せ

1) 撮像方法

下顎任意点の座標を決定するため MR 画像データを用いた。撮像には、MRI 装置 (MAGNETOM 1.5T, SIEMENS) と付属の Head coil を使用し、MPRAGE 法にて矢状断 T1 強調画像を撮像した。撮像パラメータは FOV250mm、マトリックス 192×256、スライス厚 1.4mm に設定した。MR 画像の拡大率を各軸ごとに補正するため同様の撮像を頭部を右に 10°、左に 10° 回転させたものも含め計 3 頭位で行った。撮像時には、上顎クラッチに LED 支持具の代わりにアクリルレジン製の標点支持具を装着し、さらに、左右外耳道にも標点支持具を挿入し撮像を行った。上顎標点支持具上の標点は、左右頬部前方および下顎前歯前下方の 3 点に、また左右外耳道中央部にも設けた。標点には、直径 5 mm のレジン中空部に MRI 用造影剤 (マグネビスト、日本ジェーリング) の 400 倍希釈液を満たした。

2) MR 画像データ処理

標点の球心座標は X 軸方向 7 スライス、Y および Z 軸方向に 8 ボクセルを抽出し、各平面について濃度の重心を自動演算し、3 次元空間の重心として求めた。次に、各標点の MR 画像より、計測値と実測値の誤差が最小となる MR 画像上の各軸の倍率を最小二乗法で求め補正を行った。上顎 LED 支持具上を原点とする座標系に、これら標点を空間移動するため平行移動、回転を行った。下顎任意点についても、MR 画像上で任意点の座標を決定した後、同様に上顎基準座標系に変換した。

【結果】

1. 信号処理法の改良を行い、軽量化と信頼性の向上を図ることができ、ソフトウェアによるデジタル演算方式での座標変換への変換においても、従来の PSD コントローラを使用した場合の誤差平均と比較し変わらなかった。

2. 上顎歯列に約 90g の LED 支持具を安定して装着し、下顎の動きを相対運動として測定できたため、下顎運動計測装置の測定精度は向上した。

3. MR 画像を用いた標点の座標ならびに下顎任意点の決定方法の確立により、比較的高精度で 3 次元座標を求めることができた。

4. 以上から、このシステムを用いることにより、下顎任意点が高精度に計測でき、下顎頭を含む下顎任意点の動態を結合し立体的に解析することが可能となり、従来より詳細な咬合分析はもちろんのこと顎関節症病態の細分析が可能となった。しかし、頭部に固定した PSD 支持具はいまだ重く、さらなる軽量化の必要性が残った。

論文審査結果の要旨

本研究は、下顎運動計測に関するもので、先に木尾が確立した Position Sensitive Device(PSD)を用いた測定原理を応用し、装置全体の軽量化と信頼性の向上を目的に新たな下顎運動計測装置を開発し、さらに得られたデータと核磁気共鳴画像 (MRI) より得られる 3 次元座標データを結合し、軟組織を含めた歯列以外の下顎任意点の動態把握を目的としたものである。

下顎運動計測装置の軽量化と信頼性の向上は、PSD センサー出力を A/D コンバータを介して直接コンピュータに取り込み、その後の演算をソフトウェアで行うように信号処理法を改良したこと、さらに、測定器具については、PSD 支持具を頭部に装着し、上下顎に軽量合金であるジュラルミン製の Light-emitting Diode(LED)支持具を装着し、特に上顎歯列については改良前と比較して安定した装着を可能としたことによって、生理的に障害の少ない下顎運動を測定することにより実現した。

また、MR 画像を用いた標点の座標ならびに下顎任意点の決定方法の確立により、比較的高精度で 3 次元座標を求めることが可能となった。

以上の結果より、この下顎運動計測装置と MR 画像を用いることにより、下顎任意点が高精度に計測でき、下顎頭を含む下顎任意点の動態を結合し立体的に解析することが可能となり、従来よりも詳細な咬合分析はもちろんのこと顎関節症病態の細分析が可能であることが示唆された。

したがって、下顎任意点の動態把握を試みた本研究は、下顎運動計測装置と MR 画像を結合した価値ある研究であり、本論文は、博士 (歯学) の学位授与に十分値するものと判断された。